

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 31 50 724 A 1

⑤① Int. Cl. 3:
H02K 9/19

②① Aktenzeichen: P 31 50 724.7
②② Anmeldetag: 22. 12. 81
②③ Offenlegungstag: 28. 7. 83

DE 31 50 724 A 1

⑦① Anmelder:
Rausch, Hartmuth, Dr.-Ing., 5653 Leichlingen, DE

⑦② Erfinder:
gleich Patentinhaber

Behördeneigentum

⑤④ Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung von elektrischen Maschinen

Nach Fig. 1 besitzt der Läufer eines Käfigläufermotors einen unterteilten Ringkanal (15) in jedem Kurzschlußring (13) und zwei im Blechpaket (16) verlegte Rohrleitungen (17). Unter die Kurzschlußringe (13) geschobene Ringelemente (18), selbst mit einem unterteilten Ringkanal (19) ausgestattet, übernehmen die sinngerechte Verbindung der Kanäle (15, 17, 21 und 28). Der Lüfterkörper (5) beinhaltet ein rundgewindeähnliches Kanalsystem (20), welches mit der Wellenbohrung (21) und über einen ringförmigen Hohlraum (27), sowie einem unterteilten Ringkanal (24) mit der Wellenbohrung (28) verbunden ist. Dem Kanal (24) vorgelagert, in den Lüfterkörper (5) über eine Gleitdichtringkassette (34) und ein Stützlager (31) integriert, ragt eine feststehende Scheibe (29) mit flügelradähnlichen Aussparungen (30). Die Scheibe (29) ist über die Lüfterhaubtenkonstruktion (6 und 7) verdrehstarr, aber schwingungsentkoppelt mit dem Maschinengehäuse verbunden. Besonders wirkungsvoll kann die Erfindung bei gekapselten elektrischen Maschinen eingesetzt werden. Die Läuferverlustwärme gelangt bei gleichzeitiger thermischer Entlastung des Ständers über die Flüssigkeit durch die Pumpvorrichtung (24, 29 und 30) zum Lüfterkörper (5) aus Aluminium, um von dessen Oberfläche über die Lüfterflügel (3) an den starken Luftstrom zwischen den Flügeln abgegeben zu werden. Es sind ähnliche Verhältnisse, wie bei durchzugsbelüfteten Maschinen erreichbar. (31 50 724)

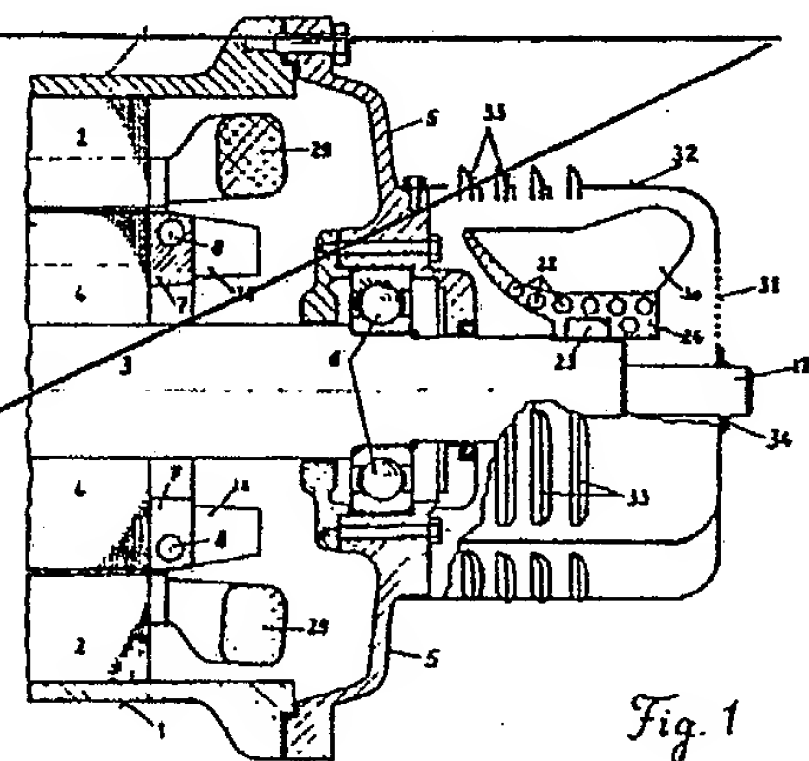


Fig. 1

DE 31 50 724 A 1

15.01.55

3150724

NACH FREIHT

Patentansprüche

1. Ein im Ständer und/oder Läufer einer elektrischen Maschine angeordnetes, mit Flüssigkeit gefülltes in sich geschlossenes Rohrsystem mit einem mit der Läuferwelle umlaufenden Wärmetauscher und einer an die Läuferwelle gebundene mechanische Pumpeinrichtung, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Ständer- oder ein Läuferrohrsystem oder auch beide Rohrssysteme gemeinsam über die Pumpeinrichtung an einen Hohlraum eines ventilator- oder propellerähnlich ausgeführten Wärmetauschers angeschlossen ist.
2. Pumpeinrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Läuferwelle (3) einer elektrischen Maschine von einer Stirnseite her mit einer zentrischen Bohrung (16) versehen ist, in der eine Schraubenspindel (18) so angeordnet ist, daß entweder die Schraubenspindel selbst drehbar zur Läuferwelle (3) gelagert ist, oder die Schraubenspindel (18) fest an die Läuferwelle (3) gebunden und mit dieser relativ zu einem in die Bohrung (16) zentrisch axial hineinragenden Rundteil (17) drehbar gelagert ist, wobei in einer vor ^{und/} oder nach dem Pumpenfördererraum (15) angeordneten Pumpenkammer (13) bzw. (14) auf der Pumpenwelle (17) mindestens ein Drosselflügel (35) angebracht ist.
3. Pumpeinrichtung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schraubenspindel (18) entweder eine oder mehrere Wendeln mit rechteckigem oder trapezförmlichem Querschnitt besitzt, wobei die Ganghöhe der Schraubenspindel (18) entsprechend dem Einsatzfall festgelegt ist.

15.01.82

3150724

- 2 -

NACHGEREICHT

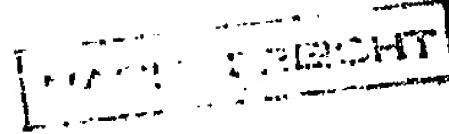
4. Pumpeinrichtung nach den Ansprüchen 2 und 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Pumpenwelle (17) ganz oder teilweise hohl ist und dieser Hohlkanal entweder mit einer Pumpenkammer (13) bzw. (14) oder dem Pumpförderraum (15) in Verbindung steht.
5. Pumpeinrichtung nach den Ansprüchen 2, 3 und 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß eine Pumpenkammer (13) bzw. (14) durch mindestens einen Gleitring ^{Gleit} zwischen der Pumpenwelle (17) und der Bohrungswandung (16) geteilt ist, wobei die eine Teilkammer mit dem Pumpförderraum (15) sowie mit einem Ende (43) des Kühlhohlraumes (44) eines Wärmetauschers nach Anspruch 1 in Verbindung steht und die andere Teilkammer mit einem anderen Ende (25) des Kühlhohlraumes (44) sowie über jeweils einen Anschluß (46) bzw. (40) und (26) bzw. (12) mit dem Ständer- und Läuferrohrsystem in Verbindung steht.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß an bzw. in einem Rückenkörper (24), an dem flügelähnliche Ausladungen (30) angebracht sind, mindestens ein Hohlraum (44) - auch in Form mindestens einer Rohrschleife (22), einer Rohrschleife, einer Kanalschleife (22) oder Kanalschleife - mit mindestens zwei Anschlußöffnungen angeordnet ist.
7. Läuferrohrsystem nach ^{sprach} ~~Anspruch~~ 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß mindestens ein Kurzschlußring (7) einer Käfigläufermaschine mit jeweils mindestens einem Hohlkanal (8) mit zwei Anschlußöffnungen ausgestattet ist, wobei an einem derartigen Kurzschlußring (7) im Bereich des jeweiligen Ständerwickelkopfes (29) Luftflügel (28) rotationssymmetrisch angeordnet sind oder wobei im Bereich des betreffenden Ständerwickelkopfes (29) ein mit dem Kurzschlußring (7) umlaufender Ventilatorkörper angebracht ist.

15.01.82

3150724

- 3 -

Dr.-Ing. Hartmuth Rausch
Hasensprung 4
D-5653 Leichlingen



Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung von elektrischen Maschinen

Die Erfindung betrifft das Gebiet des Elektromaschinenbaus und zwar Vorrichtungen zur Flüssigkeitskühlung von elektrischen Maschinen mit rotierender Welle.

Aus dem Bestreben heraus, die Leistung bei elektrischen Maschinen unter Materialeinsparung weiter zu steigern, gibt es inzwischen eine Reihe von Erfindungen auf dem Gebiet der direkten Flüssigkeitskühlung von Aktivteilen, d. h. die Kühlung von Ständer- und Läuferisenpaket. Bekannt ist bisher in diesem Zusammenhang:

- a) die Abführung der Verlustwärme von Ständer und Läufer durch "heat-pipe-effect" (z. B. P 23 30 172, P 20 52 839, P 19 39 221), wobei der Kühlaufwand mittels Wärmerohren als relativ aufwendig einzuschätzen ist;
- b) die Abführung der Anlaufwärme über ein im Läuferenteil abgeschlossenes Rohrsystem mit einem in der Welle befindlichen Flüssigkeitspeicher (z. B. P 16 13 402, P 15 38 720), wobei die Dauererwärmung hierdurch jedoch nicht abgeführt werden kann;
- c) die Abführung der Verlustwärme von Ständer und Läufer durch eine die Aktivteile im Maschineninnern umströmenden Kühlflüssigkeit (z. B. P 30 47 141), wobei eine externe Pump- und Kühleinrichtung erforderlich ist. Außerdem ist hierbei besonders bei Maschinen mit größeren radialen Abmessungen der Widerstand durch Flüssigkeitsreibung von relativ zueinander bewegter Maschinenteile erheblich;

d) die Abführung der Verlustwärme von Ständer und Läufer, indem die jeweiligen Aktivteile einer elektrischen Maschine als Hohlelemente ausgeführt sind und von der Kühlflüssigkeit durchströmt werden, wobei die erwärmte Kühlflüssigkeit außerhalb der Maschine abgekühlt werden muß. Für die Flüssigkeitszu- und -abführung, insbesondere im Läufer, sind Vorrichtungen angegeben worden (z. B. P 29 42 811, P 29 32 097), die vom Aufwand her nur dem Großmaschinenbau vorbehalten sein können.

Die hier beschriebene, erfindungsmäßige Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung von elektrischen Maschinen kann vorteilhaft in Induktionsmaschinen aus dem Normbereich sowie gleichermaßen in Induktionsmotoren der Großmaschinenkategorie angewendet werden. Dies betrifft besonders diejenigen Maschinen, bei denen eine Durchzugsinnenbelüftung durch Forderungen nach bestimmten Schutzarten nicht möglich ist. Derartige Schutzartenforderungen (z. B. staub- oder wasserdicht nach außen abgeschirmte Aktivteile) werden heute an den weit größten Teil von elektrischen Maschinen gestellt, die damit an eine Auslegung gebunden sind, bei der die Wärme aus dem Maschineninneren über die Maschinenoberfläche, über einen Luft-Luft-Wärmetauscher oder über einen Luft-Wasser-Wärmetauscher abgeführt wird. Bei diesen gängigen Kühlkonzepten mit unbeweglichem (raumfest) angeordnetem Wärmetauscher wird i. a. die Luftströmung durch Ventilatoren aufrechterhalten. Da die Luft eine relativ schlechte Wärmekapazität besitzt und dementsprechend die in den Aktivteilen anfallende Wärme über konstruktionsbedingte zusätzliche Wärmeübergangswiderstände relativ ungünstig übernimmt, muß dieser Nachteil durch entsprechend hohe Luftströmungsgeschwindigkeiten weitgehend ausgeglichen werden. Dies steht jedoch u. a. im direkten Konflikt mit den zunehmenden Forderungen nach Geräuschminderung.

Bekanntermaßen kann die Verlustwärme in den Aktivteilen durch Flüssigkeiten, insbesondere durch Wasser, aus dem Maschineninneren wesentlich günstiger als mit Luft abtransportiert werden. Die zuvor

erwähnten Erfindungen zur Flüssigkeitskühlung von elektrischen Maschinen sind jedoch für eine Anwendung vor allem im Klein- und Mittelmaschinenbau i. a. zu aufwendig. Man gelangt zu günstigeren Verhältnissen bezüglich der Ausnutzung und der elektrischen Auslegung bei etwa gleichem Aufwand von abmessungsgleichen luftgekühlten Maschinen, wenn die Verlustwärme aus den Aktivteilen z. B. durch Wasser in einem anstatt feststehenden, in einem sich bewegenden Wasser-Luft- bzw. Wasser-Wasser-Wärmetauscher geleitet wird. Als Wärmetauscher kann bereits ein ohnehin bei den meisten Maschinen erforderlicher Ventilator oder Propeller zur Aufrechterhaltung einer Kühlströmung verwendet werden. Durch einen Ventilator oder Propeller aus gut wärmeleitfähigem Material (z. B. Aluminium) können z. B. gerippte Gehäuseoberflächen oder feststehende Kühlerkassetten ganz eingespart werden, womit kompaktere Maschinenkonstruktionen möglich sind. Die auf diesem Grundkonzept basierende, hier dargelegte erfindungsmäßige Vorrichtung beschreibt ein innerhalb einer Maschine abgeschlossenes Kühlsystem für den Ständer und/oder Läufer, welches also nicht an externe Pump- und Kühleinrichtungen gebunden ist.

Dazu wird ein von Aktivteilen unmittelbar erwärmtes Zwischenkühlmittel (z. B. Wasser) in einem die jeweiligen Aktivteile durchlaufendes Rohrsystem erfindungsgemäß durch eine in die Läuferwelle integrierte, mechanische Pumpvorrichtung in einen Hohlraum eines rotierenden Ventilators oder Propellers aus gut wärmeleitfähigem Material geleitet. Die in dem Flüssigkühlmittel gespeicherte Wärme kann dann über die Ventilator- oder Propelleroberfläche an das durch diese geförderte Primärkühlmittel besonders günstig abgegeben werden. Das so abgekühlte Zwischenkühlmittel wird daraufhin wieder den Aktivteilen zur erneuten Wärmaufnahme zugeleitet.

Die mechanische Pumpvorrichtung besteht in einer von der Antriebsgegenseite her entlang der Wellenachse ausgerichteten Bohrung, die unter dem antriebsseitigen Wellenlager hindurch bis in die Nähe des

Läuferblechpaketes führt und in die eine zur Läuferwelle drehbar gelagerte Pumpenwelle mit einer Schraubenspindel hineinragt. Die Bohrung ist an der Stirnseite mit Gleitdichtringen derart abgeschlossen, daß keine Kühlflüssigkeit aus der Bohrung nach außen dringen kann. Die Strömungsgeschwindigkeit der Kühlflüssigkeit hängt im wesentlichen von der Relativdrehzahl zwischen Läuferwelle und der Schraubenspindel sowie von der Anzahl der Spindelgänge und deren Ganghöhe ab. Außerdem ist der Spalt zwischen den Spindelstegen und der Bohrungsoberfläche im Sinne niedriger Druckverluste möglichst klein gehalten. Durch eine Drehrichtungsumkehr der Maschine ändert sich durch die Schraubenspindelpumpe auch die Strömungsrichtung des Kühlmittels, womit der Kühlmechanismus für beide Drehrichtungen gleichermaßen wirksam ist, wenn in Förderrichtung innerhalb der Bohrung vor der Schraubenspindel eine Einströmkammer und nach dieser eine entsprechende Ausströmkammer angeordnet ist. Bei einem Drehrichtungswechsel vertauschen diese Kammern ihre Funktion.

Zur Versorgung von mit der Läuferwelle umlaufende Läuferaktivteile mit Kühlflüssigkeit wird ein die Aktivteile hierzu durchsetzendes Rohrsystem bei entsprechender Drehrichtung unmittelbar aus der Ausströmkammer gespeist. Der Rücklauf aus diesem Rohrsystem erfolgt durch eine Rohr- und Schlauchverbindung zu einer auf der Maschinenwelle angeordneten Rohrspirale. Durch eine Zuführung von dieser Rohrspirale zur Einströmkammer der Schraubenspindelpumpe ist der Kreislauf geschlossen. Bei entgegengesetzter Drehrichtung der Maschine kehrt sich, wie bereits erwähnt, auch die Strömungsrichtung innerhalb dieses Kühlflüssigkeitskreises in der zuvor beschriebenen Reihenfolge um. Die Rohrspirale ist Bestandteil eines Ventilators oder Propellers, wobei diese Einheit so konstruiert ist, daß deren Drehträgheit bezüglich der Maschinenachse und der Wärmeübergangswiderstand zwischen Spiralrohrwandung und Ventilator- bzw. Propelleroberfläche möglichst klein ist. Für einen genügend kleinen Wärmeübergangswiderstand eignet

sich z. B. eine Rohrspirale aus Kupfer, die in einer Ventilator- bzw. Propellerkontur aus Aluminium eingegossen ist. Oft ist anstelle der Rohrspirale ein in den Ventilator bzw. Propeller integrierter Hohlraum bereits ausreichend. Dabei kann insbesondere für Maschinen mit nur einer Drehrichtung eine durch Fliehkräfte hervorgerufene Trennung zwischen kalter und erwärmter Kühlflüssigkeit in diesem Hohlraum ausgenutzt werden - kalte Flüssigkeit hat ein größeres spezifisches Gewicht als eine warme Flüssigkeit -, indem die erwärmte Flüssigkeit in den Hohlraum im Bereich kleiner Radien einströmt und im Bereich größerer Radien aus dem Hohlraum auströmt.

Für Käfigläufermaschinen kann das die Läuferaktivteile durchsetzende Rohrsystem bereits sehr wirkungsvoll aus einem in dem antriebsgegenseitigen Kurzschlußring angeordneten Hohlkanal bestehen. Der Eingang des Hohlkanals ist direkt mit der Ausströmkammer der Schraubenspindelpumpe und der Ausgang mit der zur Bohrung der Schraubenspindel parallel verlaufenden Wellendurchführung verbunden. Jedoch können auch beide Kurzschlußringe bzw. bei "Staffelläufer" mehr als zwei Kurzschlußringe, wenn sie mit derartigen Hohlkanälen versehen sind, bezüglich eines Flüssigkeitskreislaufs im Sinne einer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Maschineninneren "parallelgeschaltet" werden. Sind die so flüssigkeitsdurchströmten, an den Stirnaußenseiten des Läuferblechpaketes liegenden Kurzschlußringe mit flügelähnlichen Ausladungen versehen, kann aufgrund eines Temperaturgefälles vom Ständer zum Läufer ein großer Teil der Ständerwärme aus den Ständerwickelköpfen zu den Kurzschlußringen gelangen und von einem zuvor beschriebenen Flüssigkeitskreislauf im Läufer aus dem Maschineninneren abgeführt werden. Bereits dadurch ist im Klein- und Mittelmaschinenbereich bei Käfigläufern, deren Aktivteile nach außen hin staub- bzw. wasserdicht abgeschlossen sind, ohne zusätzliche Ständerkühlung eine nennenswerte Ausnutzungsteigerung der Maschinen nach heutigen Maßstäben möglich.

Zur Versorgung feststehender Ständeraktivteile mit Kühlflüssigkeit wird ein diese Aktivteile hierzu durchsetzendes Rohrsystem über eine ähnliche, wie zuvor beschriebene Pumpeinrichtung gespeist. Hierfür ist jedoch die Pumpenwelle als Hohlwelle ausgebildet. Diese Pumpenhohlwelle ist im Abschnitt zwischen der Stirnseite der Läuferwelle und der von hier aus gesehenen nächstgelegenen Pumpenkammer so gestaltet, daß um den zentralen Hohlkanal herum zu diesem parallel verlaufende Kanäle angeordnet sind, die bis in die nächstgelegene Pumpenkammer hineinreichen. Diese Pumpenkammer ist, da die Pumpenhohlwelle zur umlaufenden Läuferwelle feststeht, durch eine Gleitringanordnung in zwei Teilkammern geteilt, von der die eine mit dem Pumpfördererraum der Schraubenspindel und die andere mit den um den zentralen Hohlkanal der Pumpenwelle angeordneten Kanälen in Verbindung steht. Der zentrale Hohlkanal bzw. die um diesen angeordneten Kanäle dienen dem Zu- bzw. Abfluß der Kühlflüssigkeit zwischen der Läuferwelle und dem feststehenden Rohrsystem der Ständeraktivteile. Der Kühlungsmechanismus für feststehende Ständeraktivteile funktioniert ansonsten für beide Drehrichtungen genauso über einen Ventilator oder Propeller, wie bereits zuvor beschrieben.

Die hier dargelegte erfindungsgemäße Vorrichtung zur Flüssigkeitskühlung feststehender Ständeraktivteile kann auch gleichzeitig für eine zusätzliche Läuferkühlung mitverwendet werden, wenn die beiden Enden eines durch die Läuferaktivteile verlaufenden Rohrsystems mit jeweils einer Pumpenkammer verbunden werden. Dabei steht die eine Kammer in Verbindung mit dem Pumpfördererraum der Schraubenspindel und die andere Kammer in Verbindung mit dem Kühler.

Die Schraubenspindel zur Förderung der Kühlflüssigkeit kann auch so angeordnet werden, daß sie nicht an die in die Bohrung der Läuferwelle hineinragenden Pumpenwelle gebunden ist, sondern mit der Läuferwelle innerhalb der Bohrung relativ zur Pumpenwelle umläuft. Im Bereich der Ein- und Ausströmkammer sind dann fest mit der Pumpenwelle

verbundene Drosselflügel derart angebracht, daß die radial durch eine Öffnung der umlaufenden Läuferwelle in die Einströmkammer gelangende Flüssigkeit zur mitumlaufenden Schraubenspindel abgebremst wird, damit eine Flüssigkeitsförderung durch die Spindel begünstigt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Vorrichtung zur Kühlung von Käfigläufermaschinen im Längsschnitt über einen Ventilator als Wasser-Luft-Wärmetauscher gemäß der Erfindung
- Fig. 2 Schnitt A - B aus Fig. 3 zeigt Hohlkanal im Kurzschlußring
- Fig. 3 eine mechanische Pumpvorrichtung gemäß der Erfindung für den der Fig. 1 zugrundeliegenden Anwendungsfall mit einer relativ zur Läuferwelle beweglichen Schraubenspindel
- Fig. 4 eine mechanische Pumpvorrichtung gemäß der Erfindung für den der Fig. 1 zugrundeliegenden Anwendungsfall mit einer mit der Läuferwelle umlaufenden Schraubenspindel
- Fig. 5 Schnitt C - D aus Fig. 3 mit rechteckförmigem Wendelquerschnitt
- Fig. 6 Schnitt C - D aus Fig. 3 mit trapezförmigem Wendelquerschnitt
- Fig. 7 Schnitt E - F aus Fig. 4, welcher die Anordnung der mit der Pumpenwelle fest verbundenen Drosselflügel verdeutlicht.
- Fig. 8 eine Vorrichtung zur kombinierten Kühlung des Ständers und Läufers von Käfigläufermaschinen im Längsschnitt gemäß der Erfindung

Fig. 9 eine mechanische Pumpvorrichtung gemäß der Erfindung für den der Fig. 8 zugrundeliegenden Anwendungsfall mit einer mit der Läuferwelle umlaufenden Schraubenspindel nach Fig. 4

Fig. 10 Schnitt G - H aus Fig. 9

Fig. 11 Schnitt K - L aus Fig. 9

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 handelt es sich um einen Käfigläufermotor, bei dem alle Aktivteile vor Staub und Schwallwasser geschützt sein sollen. Damit ist eine ausreichende direkte Belüftung der Aktivteile ausgeschlossen. Üblicherweise werden derartige Maschinen dadurch gekühlt, daß ein mit der Motorwelle umlaufendes Lüfterrad einen Luftstrom über eine gerippte Gehäuseoberfläche des Motors bläst. Im Vergleich mit einer konventionell oberflächenluftgekühlten Motorauslegung ist bereits bei gleicher Motorleistung eine herstellungsgünstigere Motorausführung ähnlich Fig. 1 aufgrund einer ermöglichten höheren Ausnutzung (Materialeinsparung) erreichbar, ohne daß die Betriebszuverlässigkeit durch den Flüssigkeitskreislauf gefährdet wird.

In Fig. 1 ist die antriebsgegenseitige Hälfte eines Käfigläufermotors im Längsschnitt dargestellt. In ein oberflächenglattes, rohrähnliches Gußgehäuse (1) ist das Ständerblechpaket (2) eingepreßt. Die Läuferwelle (3), die das Läuferblechpaket (4) trägt, ist über die Lager-
schilde (5) und die Lager (6) drehbar zum Ständer angeordnet. In dem Läuferblechpaket (4) ist eine Käfigwicklung untergebracht. Die Kurzschlußringe (7) dieser Käfigwicklung sind dabei mit Hohlkanälen (8) nach Fig. 2 versehen, deren Enden (9) und (10) jeweils mit der Läuferwelle (3) über die Anschlüsse (11) und (12) aus Fig. 3 verbunden sind. Der Anschluß (11) führt dabei in die Pumpenkammer (13). Nach Fig. 3 sind die Pumpenkammer (13) und (14) über den Pumpenförderraum (15) miteinander verbunden. Der Pumpenförderraum (15) ist durch die

100102

3150724

- 11 -

NACHGEFÜHRT

axial verlaufende Bohrungswandung (16) und der Oberfläche einer auf einer Pumpenwelle (17) feststehenden Schraubenspindel (18) begrenzt. Die Pumpenwelle (17) ist gegenüber der Läuferwelle (3) durch die Lager (19) und (20) drehbar angeordnet, jedoch gegen eigene Drehbewegungen durch (34) in Fig. 1 gesichert. Die Pumpenkammer (14) ist über Gleitdichtringe (21) nach außen abgeschottet. Von der Pumpenkammer (14) in Fig. 3 führt ein Anschluß zu einer in Fig. 1 dargestellten Kühlspirale (22) als Hohlraum. Die Kühlspirale (22) ist in der Rücken Scheibe (24) eines Aluminiumlüfters mit eingegossen. Der Lüfterkörper ist mittels einer Eisengußnabe (23) auf der Läuferwelle befestigt. Nach Durchlaufen der Kühlrohrspirale (22) führt ein Anschluß (25) nach Fig. 3 in einen Kanal (26), der in der Wandung der Läuferwelle (3) parallel zur Bohrung (16) zu dem Anschluß (12) verläuft und von hier zurück zu den Hohlkanälen (8) der Kurzschlußbringe (7) führt. Der Hohlkanal des nicht in Fig. 1 dargestellten antriebsseitigen Kurzschlußbringes ist über zwei ebenfalls nicht dargestellte Schlauchverbindungen, die im Läuferblechpaket (4) entlang der Läuferwelle (3) verlegt sind, an die Anschlüsse (11) und (12) aus Fig. 3 angeschlossen und liegen damit parallel zum Hohlkanal (8) aus Fig. 1. Der Kanal (26) ist mit Hilfe einer Stopfbuchse (27) nach außen hin wasserdicht verschlossen.

In das zuvor beschriebene Kanalsystem kann Wasser mit Korrosionsschutzzusatz eingefüllt werden. Ein dazu erforderlicher Einfüll- und Entlüftungsstutzen mit Ausgleichshohlraum ist in den Zeichnungen nicht dargestellt. Diese Flüssigkeit bildet nach Fig. 3 bei der dort angedeuteten Drehrichtung der Läuferwelle (3) in der Pumpenkammer (14) einen sog. mitumlaufenden "Wasserring", der durch die feststehende Schraubenspindel zur Pumpenkammer (13) transportiert wird und von hier aus über den Anschluß (11) in die Hohlkanäle (8) gelangt. Beim Durchströmen dieser Hohlkanäle (8) zieht die Kühlflüssigkeit die Wärme aus den die Kurzschlußbringe (7) miteinander verbindenden Läufer-

stäbe heraus. Außerdem kann sie einen bedeutenden Teil der Ständerwärme dadurch übernehmen, daß die an den Kurzschlußringen (7) angebrachten Aluminiumflügel (28) die erwärmte Luft um die Ständerwickelköpfe (29) verwirbelt. Aufgrund des erhöhten Temperaturgefälles von den Ständerwickelköpfen (29) zu den Kurzschlußringen (7) ist auch eine Kühlung der Ständeraktivteile gewährleistet. Die in den Hohlkanälen (8) erwärmte Flüssigkeit wird schließlich durch den Kanal (26) in Fig. 3 in eine Kühlspirale (22) nach Fig. 1 gedrückt, um hier ihre Wärme über die Oberfläche von Lüfterrückenscheibe (24) und Lüfterflügel (30) an die Luft abzugeben. Der mit der Läuferwelle (3) umlaufende Lüfter wirkt hierbei als Wasser-Luft-Wärmetauscher und saugt die Umgebungsluft durch das Ansauggitter (31) in der Lüfterhaube (32) an und bläst diese erwärmt aus den Abluftrippen (33) aus. Die so abgekühlte Kühlflüssigkeit wird nach Durchlaufen der Kühlspirale (22) von der in der Läuferwelle (3) untergebrachten Schraubenspindel (18) wieder angesaugt, um von dieser erneut in die Hohlkanäle (8) der Kurzschlußbringe (7) gedrückt zu werden. Bei Drehrichtungsänderung ändert sich auch die Strömungsrichtung im Flüssigkeitskreislauf.

In Fig. 4 ist ein anderes Ausführungsbeispiel der Pumpeinrichtung angegeben. Hier ist in die Läuferwelle (3) eine Schraubenspindelbuchse (18) als Gußteil eingepreßt. Diese Schraubenspindel läuft mit der Läuferwelle um, wobei die Pumpenwelle (17) still steht. Die Flüssigkeit in der Pumpenkammer (14) bildet bei Drehung der Läuferwelle (3) aufgrund der Haftreibung an der Bohrungsoberfläche (16) im gleichen Drehsinn um die Pumpenwelle (17) einen Strömungsring. Für eine ausreichende axiale Förderung muß dieser umlaufende Flüssigkeitsring relativ zur Schraubenspindeldrehung gedrosselt werden. Dazu dient ein fest mit der Pumpenwelle (17) verbundener Drosselflügelring (35) mit einem Ausführungsbeispiel nach Fig. 7. In der Pumpenkammer (13) ist ein Drosselflügelring (36) angeordnet, womit die Pumpeinrichtung wieder für beide Drehrichtungen geeignet ist.

Für eine nicht mit der Läuferwelle (3) umlaufende Schraubenspindel in Fig. 3 erweist sich ein Querschnitt der Schraubenspindelwendeln ähnlich der in Fig. 6 bezüglich der Pumpverluste vorteilhafter als ein rechteckförmiger Querschnitt in Fig. 5. Für eine mit der Läuferwelle umlaufende Schraubenspindel ist ein rechteckförmiger Wendelquerschnitt günstiger als ein trapezförmiger.

Die Lüfteranordnung in Fig. 1 ist nur als Wasser-Luft-Wärmetauscher vorgesehen. Sie kann natürlich auch so gestaltet werden, daß eine aus der Lüfterhaube ausströmende, nicht zu sehr erwärmte Abluft zusätzlich über die Gehäuseoberfläche des Motors geleitet wird, um eine zusätzliche Kühlung des Ständers zu erreichen. Bei Großmaschinen reicht i. a. das Kühlkonzept nach Fig. 1 zur Abführung der Ständerwärme nicht aus. Die Abführung der Ständerwärme kann dann von einem zusätzlichen Flüssigkeitskühlkreis im Ständer übernommen werden. In Fig. 8 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, nach dem das Ständerbleisen von einem Rohrsystem durchzogen ist, welches die Ständerwärme abführen soll. Anstelle dieses Rohrsystems kann die Flüssigkeit auch durch Hohlräume von einem das Ständerblechpaket umschließenden, doppelwandigen Gehäuse in Form einer Wassermantelkühlung geleitet werden. Der Einfachheit halber sind in Fig. 8 zeichnerisch die gleichen Maschinenkonturen einschließlich der Teilebezeichnung nach Fig. 1 übernommen worden und lediglich durch die Ständerkühlkreiseinrichtung ergänzt.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 bilden zwei Ringrohrleitungen (37) und die im Ständerjoch axial verlaufenden Rohre (38) das Ständerkühlrohrsystem. Die Rohre (38) sind gleichmäßig am Umfang verteilt und stehen mit den Ständerblechen (2) in gutem Berührungskontakt. Die Rohre (38) und die beiden um die Ständerwickelköpfe (29) angeordneten Ringrohrleitungen (37) sind miteinander verbunden und bilden im Ständerbleisen (2) eine Art "Rohrkäfig". Der Rohrkäfig muß so angeordnet oder ausgeführt werden, daß in dem Rohrsystem keine nennenswerten

Ströme induziert werden können. Von jeder Ringleitung (37) führt eine Sammelleitung (39) bzw. (40) auf der Antriebsgegenseite in den Sammelkopfanschluß (41). Von hier aus führt die Pumpenwelle (17), als Hohlwelle oder Rohr ausgeführt, in die Läuferwelle (3) nach Fig. 9. Die in die Läuferwelle integrierte Pumpvorrichtung nach Fig. 9 unterscheidet sich von der in Fig. 4 dadurch, daß zu dem Flüssigkeitskreislauf im Läufer noch ein Flüssigkeitskreislauf im Ständer hinzukommt. Die vom Ständer erwärmte Flüssigkeit gelangt durch die hohle Pumpenwelle (17) über die Öffnungen (42) in die Pumpenkammer (13), von der aus sie zusammen mit der erwärmten, über den Anschluß (11) zuströmenden Flüssigkeit aus dem Läufer durch die umlaufende Schraubenspindel (18) in die Pumpenkammer (14) gedrückt wird, um von hier aus über den Anschluß (43) in die Kühlkammer (44) des Lüfters (30) nach Fig. 8 zu gelangen. Die abgekühlte Flüssigkeit strömt dann über den Anschluß (25) in die Pumpenkammer (45) und von dort durch die Kanalöffnungen (46) zurück in den Ständer und durch den Kanal (26) zurück in den Läufer. Die Pumpenkammer (45) und die Pumpenkammer (14) sind durch einen Gleitdichtring (47) voneinander getrennt.

Anlagen: 7 Blatt Zeichnungen

15015

3150724

-69-

Nummer:

3150724

Int. Cl.³:

H02K 9/19

Anmeldetag:

22. Dezember 1981

Offenlegungstag:

28. Juli 1983

NACHGEREICHT

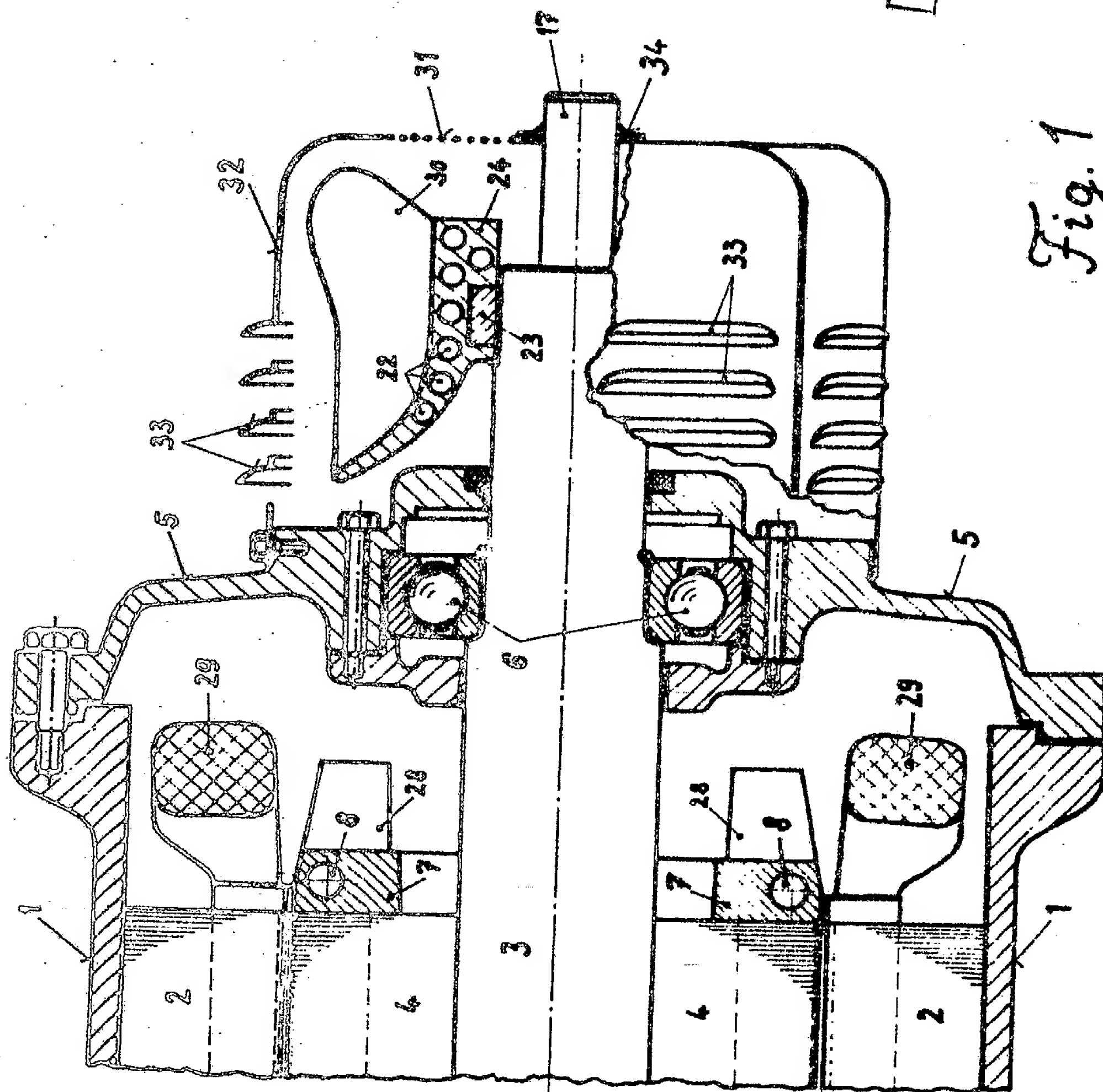
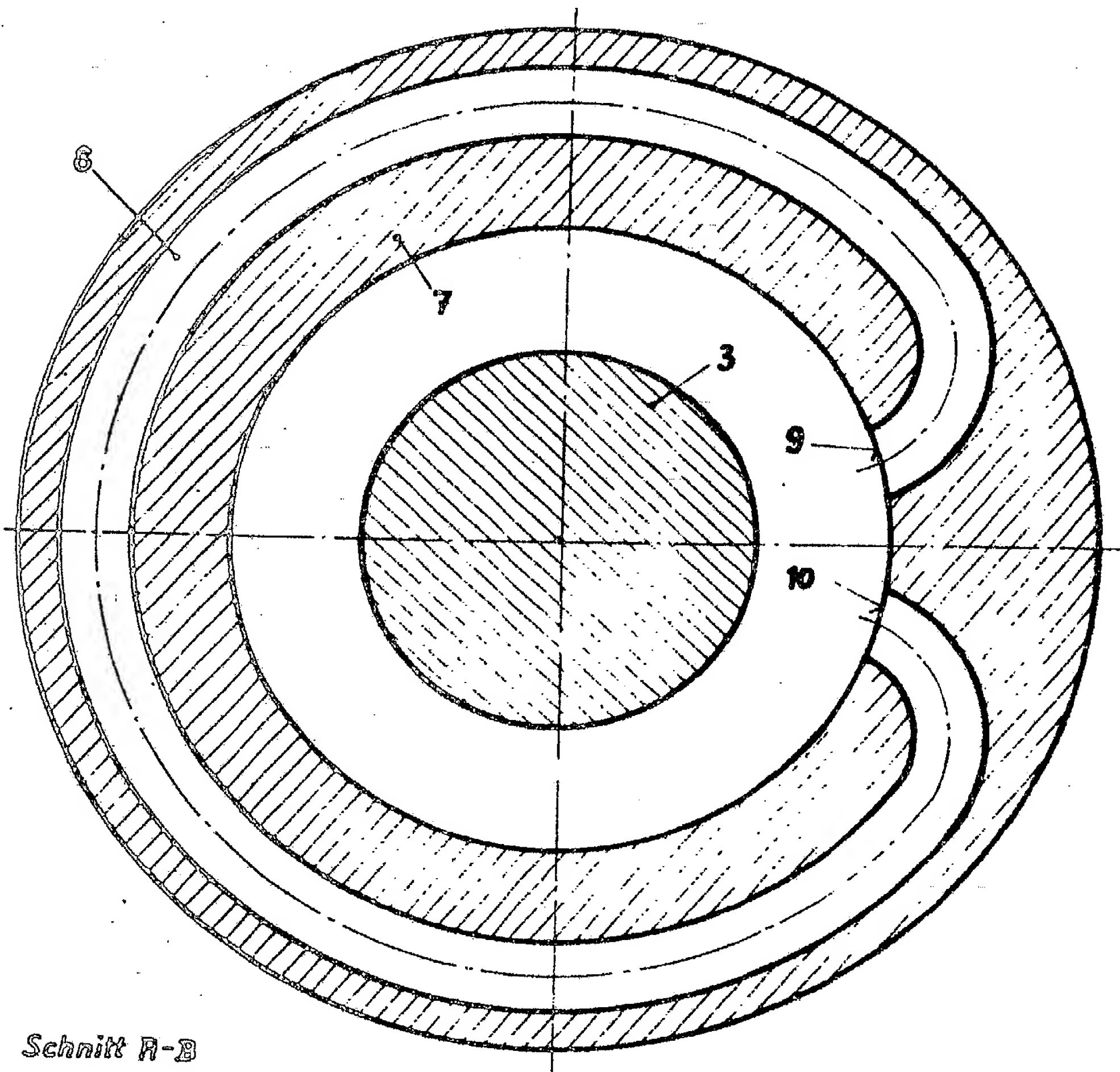


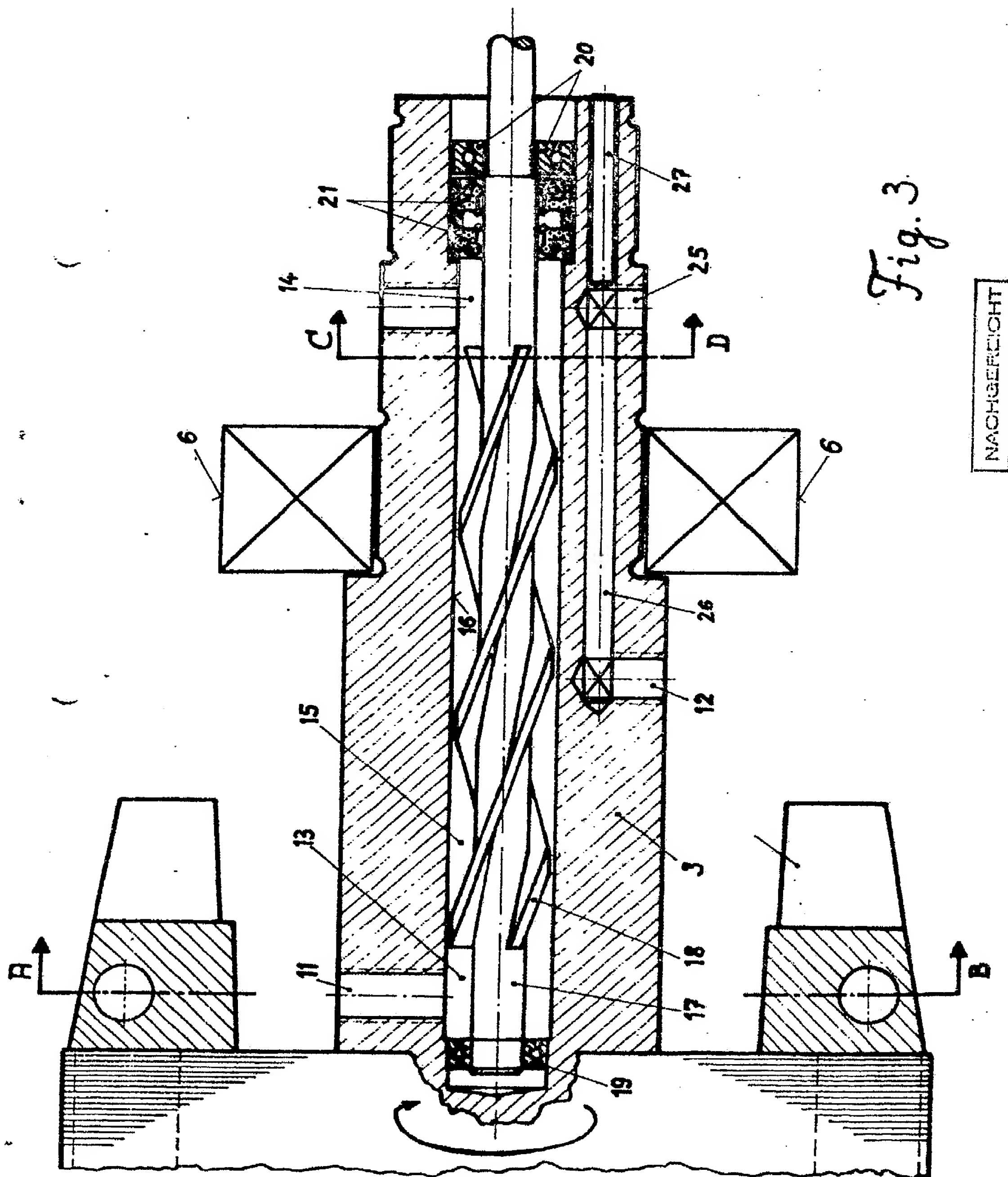
Fig. 1



Schnitt A-B

Fig. 2

NACHGEREICHT



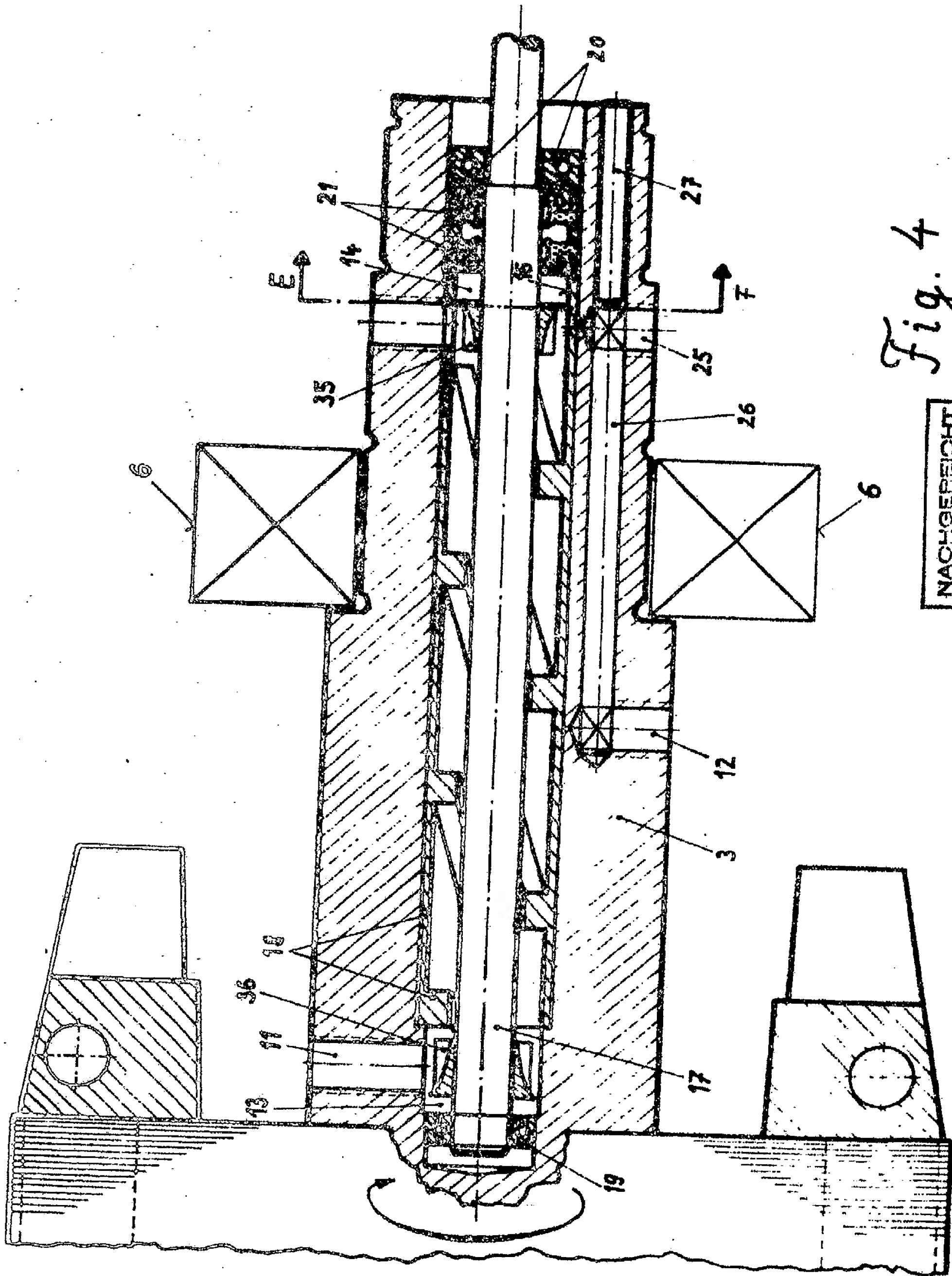


Fig. 4

NACHGEZEIGT

NACHGEREICHT

Schnitt C-D

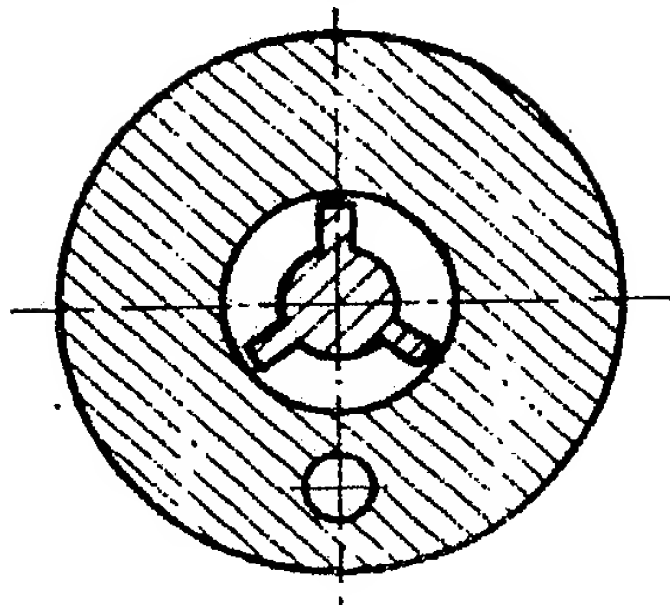


Fig. 5

Schnitt C-D

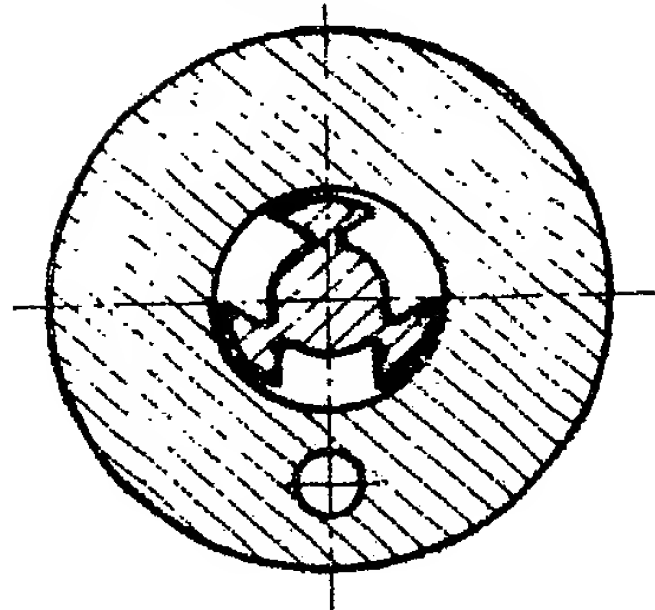


Fig. 6

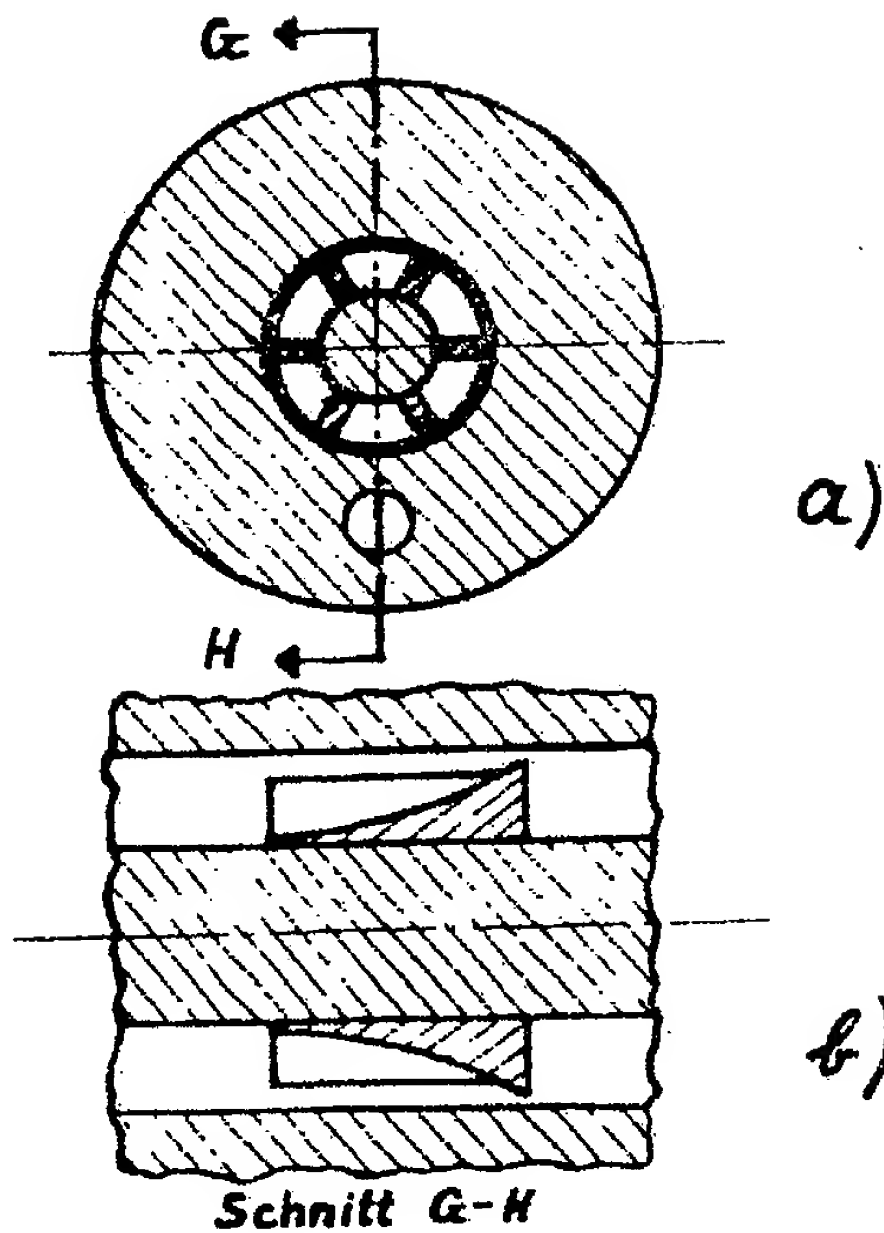
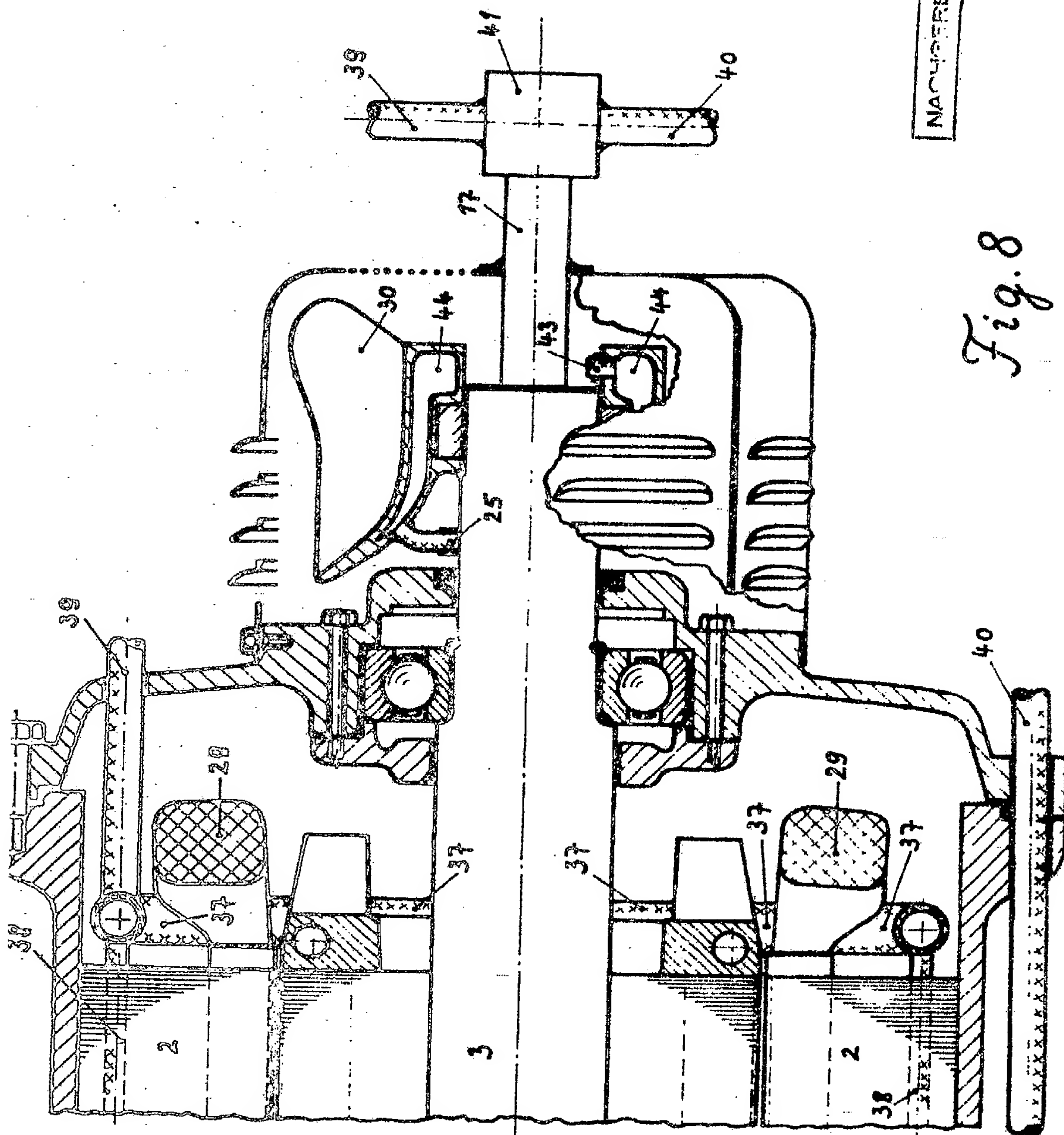


Fig. 7

Schnitt G-H

NACHGEREICHT

Fig. 8



NACHRICHT

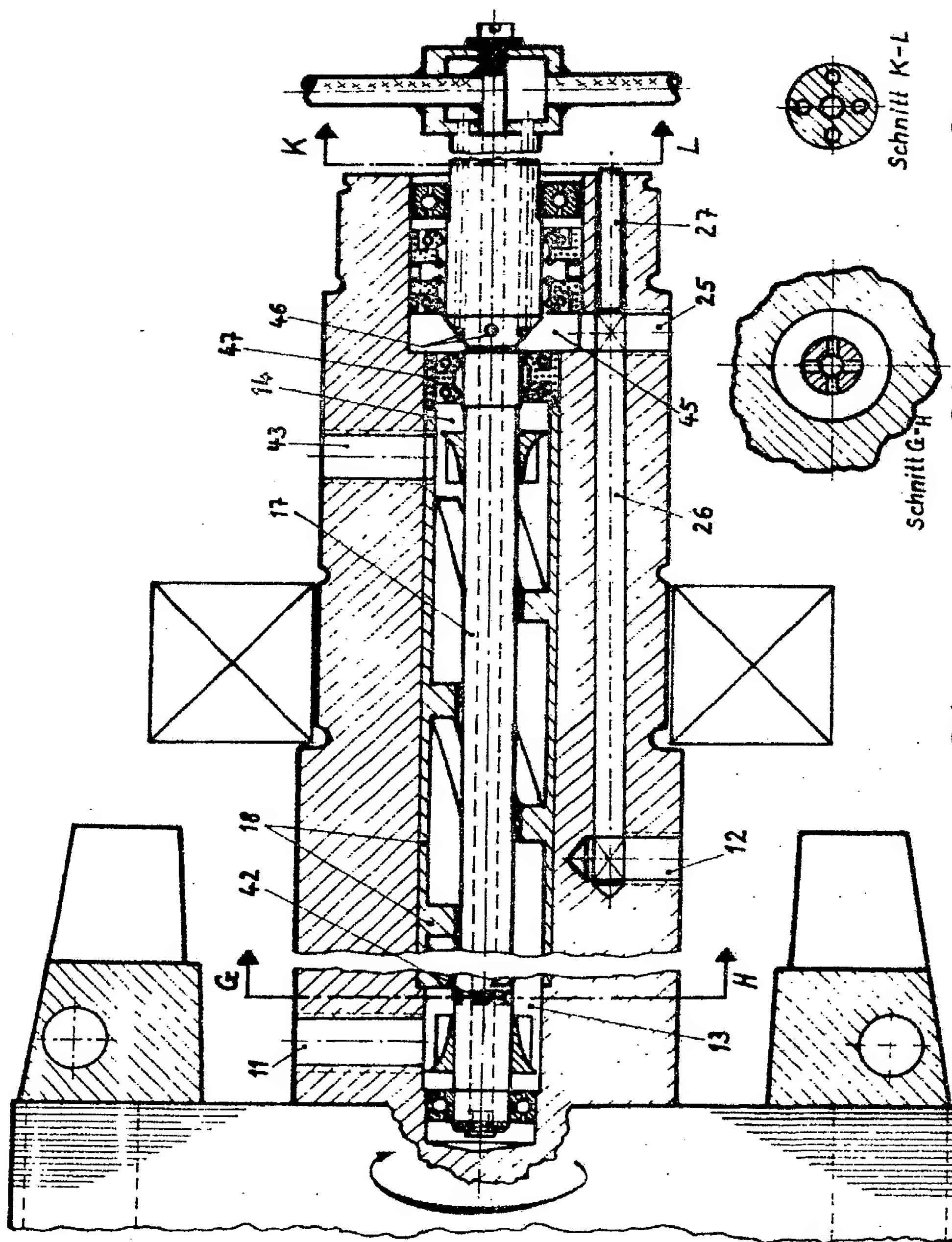
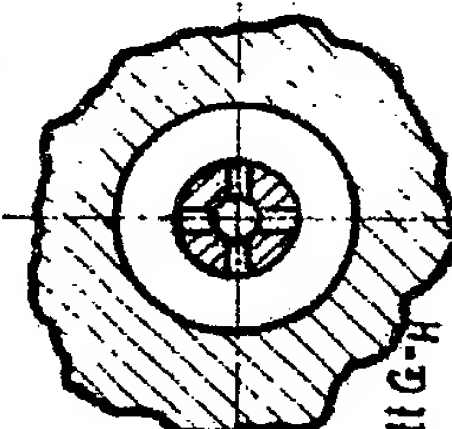
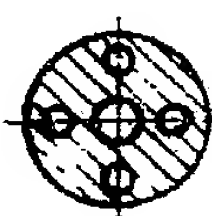


Fig. 9



Schnitt G-H

Fig. 10



Schnitt K-L

Fig. 11

PAT-NO: DE003150724A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3150724 A1

TITLE: Device for liquid cooling of electrical machines

PUBN-DATE: July 28, 1983

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RAUSCH, HARTMUTH DR ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RAUSCH HARTMUTH DR ING	N/A

APPL-NO: DE03150724

APPL-DATE: December 22, 1981

PRIORITY-DATA: DE03150724A (December 22, 1981)

INT-CL (IPC): H02K009/19

EUR-CL (EPC): H02K009/19

US-CL-CURRENT: 310/52

ABSTRACT:

According to Fig. 1, the rotor of a squirrel-cage motor has a divided annular channel (15) in each short-circuit ring (13) and two pipelines (17) which are laid in the laminate stack (16). Annular elements (18) which are pushed under the short-circuit rings (13) and are themselves fitted with a divided annular channel (19) undertake the connection of the channels (15, 17, 21 and 28) in the correct sense. The fan body (5) contains a channel system (20) which is like a round thread and is connected to the shaft bore (21) and, via an annular cavity (27) and a divided annular channel (24) to the shaft bore (28). A stationary disc (29) with recesses (30) like an impeller projects and is supported in front of the channel (24) and is integrated into the fan body (5)

via a sliding packing ring cassette (34) and a supporting bearing (31). The disc (29) is connected to the machine housing in a torsionally stiff manner, but decoupled with respect to vibration, via the fan dome structure (6 and 7). The invention can be used particularly effectively in the case of encapsulated electrical machines. The rotor heat loss passes via the fluid, with simultaneous thermal stress-relief of the stator, through the pumping device (24, 29 and 30) to the fan body (5), which consists of aluminium, in order to be dissipated from the surface of the latter via the fan fins (3) to the powerful airflow between the fins. Similar conditions can be achieved as for force-ventilated machines. <IMAGE>